

新聞の広告出稿問題に対する厳密解法

01014904 帝塚山大学 *伊佐田百合子 ISADA Yuriko

01007334 関西学院大学 井垣伸子 IGAKI Nobuko

01704544 (株)電通 山川茂孝 YAMAKAWA Shigetaka

01402374 関西大学 仲川勇二 NAKAGAWA Yuji

1. はじめに

メディアプランニングの現場では、あらかじめ定められた予算内で、できるだけ効果的に広告を露出することができる広告媒体の組合せを求めるシステムであるオプティマイザが用いられている[1]。オプティマイザに採用されているアルゴリズムは、広告媒体による構造の違いや広告自体の多様性により、その組合せは多岐にわたるため、遺伝的アルゴリズム (GA) やグリーディーアルゴリズムを用いた近似解法が一般的であり、厳密解法は用いられていない。

本稿では、主要な広告媒体の一つである新聞を取り上げ、厳密解法を用いた最適な新聞広告の出稿計画を立案する方法について議論する。

2. 新聞広告出稿問題

新聞広告出稿問題とは、「あらかじめ決められた予算の範囲内で、できるだけ新聞広告の効果が高くなるようにするためには、どの新聞にどの様に広告を出稿すればよいか」という問題である。

新聞広告の効果に関するいくつかのデータが各新聞社から公開されている。これらのデータは、主に、「販売部数」、「閲読率」、「面別接触率」、「広告接触率」などである。各データは、新聞広告の到達段階を示しており、「販売部数」は、媒体自体の到達、すなわち、新聞を購入しているかどうかを示し、「閲読率」は、新聞がどの程度読まれたかを示しており、「面別接触率」は、新聞の特定の紙面を読んだかどうかを示しており、「広告接触率」は、特定の広告を見たかどうかを示している。

現実に新聞に広告を出稿する際には、どの新聞社にどのように出稿するかを計画する必要がある。どの新聞社にということについては、対象となる新聞社は、一般紙としては中央紙、ブロック紙、地方紙があるほか、専門紙、スポーツ紙など多岐にわたっている。どのように出稿するかということについては、広告のサイズ、色、出稿紙面、位置、広告出稿の契約の種別などを考慮する必要がある。広告料金は、どの新聞社にどの様に広告を出稿するのかが決定されるが、広域優遇、多量出稿優遇、安定契約優遇などの優遇処置が設定されており、これらを考慮する必要がある。

伊佐田ら[2]は、中央紙のうち4紙を対象とし、新聞広告の評価指標として「販売部数」を用いて変数が分離可能な非線形ナップザック問題として定式化し、仲川[3]により開発されたモジュラー法を用いて高速に厳密解を求める方法を提案した。更に、予算に対する感度を分析することにより新聞社に対する価格設定交渉が可能となることを示した。

ここでは、広告の効果指標として「閲読率」と「面別接触率」を取り上げ、ブロック紙や地方紙を含めた一般紙を対象として、定められた予算範囲内で、できるだけ閲読数が多く新聞の面別接触率が高い紙面に1段広告を出稿する場合について検討する。

3. 定式化

中央紙は、すべての本支社に出稿する場合は全国版といわれ、その広告料金は、広域優遇制が適用される。そのため、同一新聞において、全国版と本支社が同じに選択されないように定式化する必要がある。中央紙を i_1 、それ以外を i_2 、全国版を除く

各中央紙の本支社版を j とすると、各中央紙の本支社版について特定紙面に広告を出講する場合の各中央紙の本支社版の紙面に対する閲読数を $r_{i,j}$ 、面別接触数を $w_{i,j}$ 、そのときに必要となる広告料金を $c_{i,j}$ 、中央紙以外の新聞の特定紙面に広告を出稿する場合の閲読数を r_{i_2} 、面別接触数を w_{i_2} 、そのときに必要となる広告料金を c_{i_2} とする。広告を掲載する候補となる紙面がいくつか存在し、その一つに広告を出稿するとした場合の決定変数が中央紙、それ以外がそれぞれ $x_{i,j}, x_{i_2}$ であらわされる時、広告予算を X とおくと、全国版に出稿しない場合、この問題は、次のような非線形多目的ナップザック問題として定式化される。

$$\begin{aligned} \text{Max.} \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} r_{i_2}(x_{i_2}), \\ & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} w_{i_2}(x_{i_2}), \\ \text{subject to} \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} c_{i_2}(x_{i_2}) \leq X, \\ & x_{i,j} \in K_{i,j} \ (i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m) \ K_{i,j} = \{1,2,\dots,k_{i,j}\}, \\ & x_{i_2} \in K_{i_2} \ (i_2=1,2,\dots,n_2) \ K_{i_2} = \{1,2,\dots,k_{i_2}\}. \end{aligned}$$

各中央紙の全国版を $j=0$ とおくと、1つの中央紙 a のみ全国版に出稿する場合、以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \text{Max.} \quad & r_{a0}(x_{a0}) + \sum_{\substack{i,j \in \{1,2,\dots,n\} \\ \text{かつ } i \neq a}}^m r_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} r_{i_2}(x_{i_2}), \\ & w_{a0}(x_{a0}) + \sum_{\substack{i,j \in \{1,2,\dots,n\} \\ \text{かつ } i \neq a}}^m w_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} w_{i_2}(x_{i_2}), \\ \text{subject to} \quad & w_{a0}(x_{a0}) + \sum_{\substack{i,j \in \{1,2,\dots,n\} \\ \text{かつ } i \neq a}}^m c_{i,j}(x_{i,j}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} c_{i_2}(x_{i_2}) \leq X, \\ & x_{i,j} \in K_{i,j} \ (i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m) \ K_{i,j} = \{1,2,\dots,k_{i,j}\}, \\ & x_{i_2} \in K_{i_2} \ (i_2=1,2,\dots,n_2) \ K_{i_2} = \{1,2,\dots,k_{i_2}\}, \\ & x_{a0} \in K_{a0} \ K_{a0} = \{1,2,\dots,k_{a0}\}. \end{aligned}$$

複数の中央紙が全国版に出稿するとした場合もこれと同様に考えることができ、すべての中央紙について全国版に出稿する場合は、以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \text{Max.} \quad & \sum_{i=1}^n r_{i,0}(x_{i,0}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} r_{i_2}(x_{i_2}), \\ & \sum_{i=1}^n w_{i,0}(x_{i,0}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} w_{i_2}(x_{i_2}), \\ \text{subject to} \quad & \sum_{i=1}^n c_{i,0}(x_{i,0}) + \sum_{i_2=1}^{n_2} c_{i_2}(x_{i_2}) \leq X, \\ & x_{i,0} \in K_{i,0} \ (i=1,2,\dots,n) \ K_{i,0} = \{1,2,\dots,k_{i,0}\}, \\ & x_{i_2} \in K_{i_2} \ (i_2=1,2,\dots,n_2) \ K_{i_2} = \{1,2,\dots,k_{i_2}\}. \end{aligned}$$

4. 解法

今回のような非線形多目的ナップザック問題は、仲川の開発したモジュラー法[3]に基づく標的アプローチ[4]を用いて効率的に解くことができる。全国版に出稿する場合とそうでない場合にわけて、それぞれ標的アプローチを用いて問題を解き、標的解を得る。標的解とは、任意に定めた目的関数値よりよい目的関数値を与える解のことである。得られた標的解についてもとの目的関数の値で優越操作を行いパレート最適解を得る。ここで得られるパレート最適解は、原問題の厳密なパレート最適解であることが保証されている[4]。

なお、紙面の都合上、発表においていくつかの数値実験の結果から、本手法の有効性について報告する予定である。

[参考文献]

- [1] Kiley, D. (1998) "Optimum target," Brandweek, 39 (20) May 18, U38-U42.
- [2] 伊佐田百合子, 井垣伸子, 山川茂孝, 仲川勇二「新聞の販売部数最大化問題における広告費の影響度」京都大学数理解析研究所講究録 掲載予定
- [3] 仲川勇二 (1990) 「離散最適化問題のための新解法」, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J73-A, No.3, pp.550-556
- [4] Y.Isada, R. J. W. James, Y.Nakagawa: "An approach for solving nonlinear multiobjective separable discrete optimization problem with one constraint", to appear in EJOR.